



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 43 40 205 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
A 61 F 2/16

②① Aktenzeichen: P 43 40 205.4-35  
②② Anmeldetag: 25. 11. 93  
④③ Offenlegungstag: —  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 20. 4. 95

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Klaas, Dieter W., 86316 Friedberg, DE

⑦④ Vertreter:

Pfenning, J., Dipl.-Ing., 10707 Berlin; Meinig, K.,  
Dipl.-Phys., 80336 München; Butenschön, A.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte; Bergmann, J.,  
Dipl.-Ing., Pat.- u. Rechtsanw., 10707 Berlin; Nöth, H.,  
Dipl.-Phys., 80336 München; Hengelhaupt, J.,  
Dipl.-Ing., 01097 Dresden; Kraus, H., Dipl.-Phys.,  
Reitzle, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte,  
80336 München —

⑦② Erfinder:

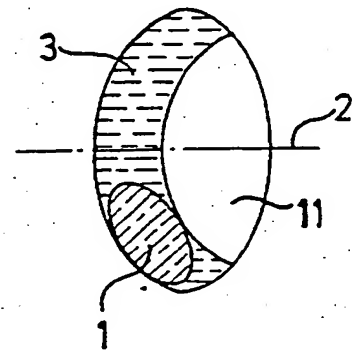
gleich Patentinhaber

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	40 38 088 A1
US	49 32 966
US	48 92 543
US	48 16 031
US	45 12 040
US	44 35 856
US	44 09 691
EP	03 37 390 A2

⑤④ Intraokularlinse mit einer Akkomodationseinrichtung

- ⑤⑦ Eine Intraokularlinse mit einer Akkomodationseinrichtung, die einen Linsenteil 1 aufweist, der beim Schrägstellen der optischen Achse 2 gegenüber der Horizontalen durch Gravitationskraft verschiebbar ist, wobei durch die Verschiebung des Linsenteiles 1 bei schräg gestellter optischer Achse der Linsenbrechwert erhöht wird (Fig. 2).



DE 43 40 205 C 1

DE 43 40 205 C 1

Die Erfindung betrifft eine Intraokularlinse mit einer Akkomodationseinrichtung nach den Oberbegriffen der Patentansprüche 1, 3 und 4.

Bei einer derartigen aus der US 4 512 040 bekannten Intraokularlinse ist ein Linsenteil in Form einer Flüssigkeit in einem linsenartigen Hohlraum der Intraokularlinse angeordnet. Beim Schrägstellen der optischen Achse gegenüber der Horizontalen in die Lesestellung fließt der flüssige Linsenteil innerhalb der Kammer durch Gravitationskraft in eine solche Position, daß sich die Brechkraft der Intraokularlinse im Sinne einer Nahakkomodation erhöht.

Ferner ist aus der US 4 435 856 eine Intraokularlinse bekannt, bei der vor eine Fernlinse eine Nahkorrekturlinse in den Strahlengang eingeschwenkt wird, wobei die hierzu erforderliche Antriebskraft durch Bewegen eines Magneten vor dem Auge erzeugt wird. Aus der US 4 816 031 ist es bekannt, die axiale Dicke der Intraokularlinse durch einen mikrohydraulischen Antrieb zur Erzielung der Nahakkomodation zu vergrößern. Die Antriebsenergie und die Steuerbefehle werden von außen über Funkwellen dem Antrieb zugeführt.

Ferner ist es bekannt, die Bewegung des Ziliarmuskels für die Akkomodation zu verwenden, wobei rein mechanisch durch Zugkräfte gegen eine federnde Halterung die Lage der Linsen und/oder der relative Abstand von brechenden Flächen an Linsenelementen verändert wird (US 4,409,691, US 4,892,543, EP 0 338 390 A2) oder eine Druckkraft auf ein Flüssigkeitsreservoir ausgeübt wird, dessen Flüssigkeit auf hydraulischem Weg die Linsenform verändert (US 4,932,966).

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Intraokularlinse der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der die Akkomodation mit einfachen Hilfsmitteln an der Linse erreicht wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche 1, 3 und 4 gelöst.

Der gemäß Patentanspruch 1 aus einem Festkörper bestehende bewegliche Linsenteil kann aus einem Hydrogel, aus Silikon, Polymethylmetacrylat oder einem anderen geeigneten Linsenmaterial hergestellt sein. Die Kammer, in welcher der feste bewegliche Linsenkörper geführt wird, kann an der Vorderseite des Linsenkörpers vorgesehen sein.

Gemäß Patentanspruch 3 besteht der bewegliche Linsenteil aus einer zweiten Flüssigkeit, die mit der ersten Flüssigkeit nicht mischbar ist und einen anderen Brechwert aufweist als die erste Flüssigkeit.

Die Flüssigkeit mit dem höheren Brechwert kann in einem unteren Teil der hohlen oder mit einer schalenförmigen Kammer ausgestatteten Linse sich befinden, so daß bei horizontal verlaufender optischer Achse dieser flüssige Linsenteil außerhalb der optischen Achse liegt und bei der Neigung der optischen Achse in die optische Achse bewegt wird.

Gemäß Patentanspruch 4 kann die Kammer durch einen künstlichen Kapselsack gebildet sein, der in den im Auge verbleibenden natürlichen Kapselsack eingesetzt ist, wobei der verschiebbare Linsenteil in dem künstlichen Kapselsack mittels einer nachgiebigen Haptik so gelagert ist, daß er längs der optischen Achse beweglich ist.

Der künstliche Kapselsack kann einen feststehenden Linsenteil tragen.

Anhand der Figuren wird an Ausführungsbeispielen die Erfindung noch näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel in Frontansicht mit horizontaler optischer Achse;

Fig. 2 das Ausführungsbeispiel der Fig. 1 in Seitenansicht;

Fig. 3 das Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 mit gegenüber der horizontalen geneigten optischen Achse in Frontansicht;

Fig. 4 die Seitenansicht der in Fig. 3 gezeigten Anordnung;

Fig. 5 ein zweites Ausführungsbeispiel mit horizontaler optischer Achse;

Fig. 6 das in Fig. 5 gezeigte Ausführungsbeispiel mit schräg geneigter optischer Achse;

Fig. 7 ein drittes Ausführungsbeispiel mit horizontaler optischer Achse; und

Fig. 8 das Ausführungsbeispiel der Fig. 7 mit nach unten geneigter optischer Achse.

Bei dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Linsenkörper 8 einer Intraokularlinse gezeigt. Dieser Linsenkörper kann in bekannter Weise noch eine nicht näher dargestellte Haptik aufweisen, mit welcher er im implantierten Zustand im Auge fixiert ist. Der Linsenkörper 8 ist mit einer Kammer 3 ausgestattet. In der Kammer 3 befindet sich ein Linsenteil 1, der ein größeres spezifisches Gewicht aufweist als eine lichtdurchlässige Flüssigkeit, welches den übrigen Teil der Kammer 3 ausfüllt. Der Linsenteil 1 besitzt einen größeren Brechwert als ihn die Linsenteile vermitteln, welche bei horizontaler Anordnung der optischen Achse 2 (Anordnung der Fig. 1 und 2) im Strahlengang liegen. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel liegen bei horizontal verlaufender optischer Achse die die Kammer 3 ausfüllende lichtdurchlässige Flüssigkeit und ein Linsenkern 11 in der optischen Achse. Bei dieser Anordnung ist die Intraokularlinse auf das Sehen in die Ferne angepaßt.

Der Linsenteil 1 kann aus einem Feststoff, beispielsweise ein herkömmliches Linsenmaterial, wie PMMA, ein Hydrogel oder Silikon und dergl. bestehen. Bei der Flüssigkeit, welche den restlichen Teil der Kammer 3 ausfüllt, kann es sich um Silikonöl handeln.

Wenn, wie in den Fig. 3 und 4 gezeigt ist, die optische Achse schräg gegenüber der Horizontalen nach unten geneigt wird, paßt sich die Intraokularlinse an das Sehen in die Nähe an. Hierzu verschiebt sich aufgrund der Schwerkraft der Linsenteil 1 innerhalb der Kammer 3, so daß er in die schräg geneigte optische Achse 2 zu liegen kommt. Der Linsenbrechwert wird hierdurch für das Sehen in die Nähe erhöht. Beim Anheben des Kopfes kehrt dann der Linsenteil 1 wieder in die in den Fig. 1 und 2 dargestellte Position zurück.

Der Linsenteil 1 kann auch aus einer lichtdurchlässigen Flüssigkeit bestehen, die mit der anderen Flüssigkeit, welche den übrigen Teil der Kammer 3 ausfüllt, nicht mischbar ist.

Bei dem in den Fig. 5 und 6 dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Linsenkern 11 schalenförmig von einer Kammer 7 umfaßt. Die Kammer 7 kann den gesamten Linsenkern 11 umfassen, sie kann jedoch auch auf der Vorder- und Rückseite und im Äquatorbereich der Linse einen mittleren Bereich des Linsenkörpers bzw. -kerns 11 umfassen, wie das bei der Kammer 3 des Ausführungsbeispiels der Fig. 1 bis 4 der Fall ist. Bei der in der Fig. 5 dargestellten horizontalen Ausrichtung der optischen Achse 2 ist die Linse auf das Sehen in die Ferne eingestellt. Eine Flüssigkeit 6, welche einen er-

höhten Brechwert aufweist, befindet sich außerhalb der optischen Achse 2 im unteren Teil der schalenförmigen Kammer 7. Es ist natürlich auch möglich, den gesamten Raum des unteren Linsenteils mit der Flüssigkeit 6 anzufüllen und den oberen Teil des Linsenkörpers 9 mit einer zweiten Flüssigkeit, die einen geringeren Brechwert als die Flüssigkeit 6 aufweist. Die beiden Flüssigkeiten 6 und 10 sind nicht miteinander mischbar. In der horizontalen Anordnung der optischen Achse 2 (Fig. 5) befindet sich nur die Flüssigkeit 10 und der Kern 11 in der optischen Achse. Beim Neigen der optischen Achse (Fig. 6) bewegt sich die Flüssigkeit 6 in die optische Achse und erhöht dadurch den Linsenbrechwert für das Sehen in die Nähe.

Bei dem in den Fig. 7 und 8 dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Linsenteil 4 entlang der optischen Achse 2 beweglich in einem künstlichen Kapselsack 12 gelagert. Der künstliche Kapselsack 12 kann so ausgebildet sein, wie es in der DE 40 38 088 A1 beschrieben ist. Durch den künstlichen Kapselsack 12 wird gewährleistet, daß ein Raum für die Verschiebung des Linsenteiles 4 entlang der optischen Achse 2 geschaffen wird. Der künstliche Kapselsack verhindert, daß eine Schrumpfung der natürlichen Kapsel, aus welcher die natürliche Augenlinse entfernt ist, stattfindet. Der Kapselsack 12 kann so ausgebildet sein, daß eine maximale Verschiebung von 4 bis 5 mm des Linsenteiles 4 im vom Kapselsack 12 geschaffenen Raum 5 stattfinden kann. Der Linsenteil 4 ist mit Hilfe einer geeigneten Haptik, die die Verschiebung entlang der optischen Achse 2 aufgrund der Gewichtskraft des Linsenteiles 4 zuläßt, gelagert und geführt.

Bei der in der Fig. 7 dargestellten horizontalen Anordnung der optischen Achse 2 befindet sich der Linsenteil 4 in einer hinteren Position innerhalb der Kammer 5. Bei der nach unten geneigten Stellung der optischen Achse 2, wie sie in Fig. 8 dargestellt ist, wird der Linsenteil 4 in der Kammer 5 nach vorne verschoben, so daß eine Akkomodation für das Sehen in die Nähe erreicht wird. Dabei wird die Haptik 14, mit welcher der Linsenteil 4 im künstlichen Kapselsack 12 gelagert ist, elastisch ausgedehnt. Wenn die optische Achse 2 bei entsprechender Kopfbewegung wieder in ihre horizontale Ausrichtung (Fig. 7) gelangt, wird aufgrund der Elastizität der Haptik 14 der Linsenteil 4 wieder in die in der Fig. 7 gezeigte Position zurückbewegt, so daß die Linse an das Sehen in die Ferne angepaßt ist.

Im Kapselsack 12 kann ortsfest ein zusätzliches Linsenteil 13 vorgesehen sein. Dieses zusätzliche Linsenteil 13 kann einen Standardbrechwert, beispielsweise minus 10 Dioptrien aufweisen. In diesem Fall besitzt das bewegliche Linsenteil 4 bevorzugt einen Wert von plus 30 Dioptrien. Bei einer Verschiebung des Linsenteils 4 um beispielsweise 2,5 mm läßt sich eine Änderung des Brechwertes von 3,5 Dioptrien erreichen.

#### Patentansprüche

1. Intraokularlinse mit einer Akkomodationseinrichtung, welche einen Linsenteil aufweist, der beim Schrägstellen der optischen Achse gegenüber der Horizontalen durch Gravitationskraft in einer Kammer verschiebbar ist, wobei durch den bei Schrägstellung der optischen Achse verschobenen Linsenteil der Brechwert der Intraokularlinse im Sinne einer Nahakkomodation erhöht ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Linsenteil (1) mit erhöhter Brechkraft ein Festkörper ist und von einem

flüssigen Linsenmedium in der Kammer (3) umgeben ist und daß das flüssige Linsenmedium ein geringeres spezifisches Gewicht aufweist als der Festkörper.

2. Intraokularlinse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (3), in welcher der verschiebbare Linsenteil (1) geführt ist, sich an der Vorderseite des Linsenkörpers (8) befindet.

3. Intraokularlinse mit einer Akkomodationseinrichtung, welche einen flüssigen Linsenteil aufweist, der beim Schrägstellen der optischen Achse gegenüber der Horizontalen durch Gravitationskraft in einer Kammer verschiebbar ist, wobei durch den bei Schrägstellung der optischen Achse verschobenen Linsenteil der Brechwert der Intraokularlinse im Sinne einer Nahakkomodation erhöht ist, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren des Linsenkörpers (9) zwei nicht miteinander mischbare Flüssigkeiten (6, 10) mit unterschiedlichen Brechwerten angeordnet sind derart, daß die Flüssigkeit (6) mit dem höheren Brechwert bei Neigung der optischen Achse (2) gegenüber der Horizontalen zumindest zum Teil in einen Linsenteil bewegt wird, durch den die gegenüber der Horizontalen geneigte optische Achse (2) verläuft.

4. Intraokularlinse mit einer Akkomodationseinrichtung, welche einen Linsenteil aufweist, der beim Schrägstellen der optischen Achse gegenüber der Horizontalen durch Gravitationskraft in einer Kammer verschiebbar ist, wobei durch den bei Schrägstellung der optischen Achse verschobenen Linsenteil der Brechwert der Intraokularlinse im Sinne einer Nahakkomodation erhöht ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (5) durch einen künstlichen Kapselsack (12) gebildet ist, der in den im Auge verbleibenden natürlichen Kapselsack eingesetzt ist, und daß der verschiebbare Linsenteil (4) in dem künstlichen Kapselsack (12) mittels einer nachgiebigen Haptik so gelagert ist, daß er längs der optischen Achse (2) beweglich ist.

5. Intraokularlinse nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der künstliche Kapselsack (12) einen feststehenden Linsenteil (13) trägt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

